

PERSEPTUELLE OG FYSIOLOGISKE RESPONSER UNDER 7 UKERS INTERVALLTRENING

SAMMENLIKNING AV ARBEIDSPERIODER AV ULIK
VARIGHET MATCHET FOR "MAKSIMAL INNSATS"

BENJAMIN VIUM OLESEN

Masteroppgaven er gjennomført som ledd i utdanningen ved Universitetet i Agder og er godkjent som del av denne utdanningen. Denne godkjenningen innebærer ikke at universitetet inntår for de metoder som er anvendt og de konklusjoner som er trukket.

Universitetet i Agder, 2010

Fakultet for helse- og idrettsvitenskap

Institutt for folkehelse, idrett og ernæring



UNIVERSITETET I AGDER

IDR 506

Perseptuelle og fysiologiske responser under 7 ukers intervalltrening

**Sammenlikning av arbeidsperioder av ulik varighet matchet for
”maksimal innsats”**

Mastergradsoppgave

Master i idrettsvitenskap

Benjamin Vium Olesen

Universitet i Agder

Fakultet for helse- og idrettsvitenskap

Kristiansand 18. mai 2010

Sammendrag

Formål: Denne studien undersøkte forholdet mellom perseptuelle og fysiologiske responser under tre ulike intervallregimer på sykkel to ganger ukentlig over en syv ukers periode.

Metode: 27 syklister på mosjonistnivå i alderen 25-50 år (VO_{2peak} $51,5 \pm 5,4$ ml·kg⁻¹·min⁻¹), 23 menn og 4 kvinner, ble randomisert etter matching basert på ukentlig treningsmengde og intervalltrening i forkant av studien i en av tre grupper: 1) to ukentlige økter à 4x16 minutters arbeidsperioder (tre minutters pause mellom arbeidsperiodene); 2) to ukentlige økter à 4x8 minutters arbeidsperioder (to minutters pause); og 3) to ukentlige økter à 4x4 minutters arbeidsperioder (to minutters pause). Alle grupper ble instruert til å gjennomføre hver økt med maksimal innsats ("isoanstrengelse"). Øvrig utholdenhetstrening var rolig langkjøring på egenhånd. Perseptuell respons ble målt/kvantifisert som selvopplevd anstrengelse både under intervalltrening (Rating of Perceived Exertion - RPE) og 30 minutter etter gjennomført trening (session RPE - sRPE). Fysiologisk respons ble kvantifisert gjennom måling av hjertefrekvens (HF) og arbeidsbelastning (watt) under øktene. **Resultater:** Perseptuelle og fysiologiske responser gjennom syv ukers intervalltrening: Gruppene gjennomførte øktene på henholdsvis 94 ± 2 , 90 ± 2 , og 88 ± 2 % av maksimal hjertefrekvens (HF_{peak}) i 4x4-, 4x8-, og 4x16 minutters arbeidsperioder, der 4x4 minuttersgruppen skilte seg ut med klart høyest treningsintensitet ($p < 0,001$). Konsentrasjon av blodlaktat [La^-] under intervalløktene var $13,2 \pm 2,0$, $9,6 \pm 2,9$, og $4,9 \pm 1,5$ mmol·L⁻¹ ($p < 0,001$). Gjennomsnittlig arbeidsbelastning under trening var 84 ± 2 , 72 ± 5 , og 64 ± 4 % av arbeidsbelastning ved testslutt ($Watt_{peak}$) ($p < 0,01$). Treningsbelastningen økte i perioden med 6 ± 8 , 11 ± 10 , og 6 ± 5 %. Tross store forskjeller i total arbeidstid, var selvopplevd anstrengelse (RPE og sRPE) signifikant høyest ($p < 0,001$ og $p < 0,017$) under intervalltrening i 4x4 minutter. Perseptuelle og fysiologiske responser under en intervalltreningsøkt: Økning i HF fra arbeidsperiode 1 til 4 var statistisk signifikant for alle gruppene ($p < 0,01$). 4x4 minuttersgruppen opplevde treningen subjektivt tyngre enn de andre gruppene på samme tidspunkt ($p < 0,01$). Arbeidsbelastningen var signifikant forskjellig mellom gruppene for hver arbeidsperiode ($p < 0,001$). Lavest arbeidsbelastning forekom i arbeidsperiode 3 for 4x8- og 4x16 minuttersgruppene ($p < 0,05$), mens den falt i alle arbeidsperiodene i 4x4 minuttersgruppen ($p < 0,01$). Økning i RPE under treningsøktene var signifikant for alle gruppene ($p < 0,01$). RPE var høyere i 4x4 minuttersgruppen i forhold til de to andre gruppene på samme tidspunkt ($p < 0,01$). **Konklusjon:** Alle de tre gruppene fikk den samme instruksjonen for maksimal innsats innen arbeidsperioder av ulik varighet. Studien viste at høyere intensitet ga høyere RPE.

Forord

Jeg vil gjerne gi en STOR takk til veilederen min, Stephen Seiler. Uten din veiledning og dine råd, hadde dette aldri latt seg gjøre. Du har alltid vært der for oss og gitt inspirasjon, som regel med et glimt i øyet også. Setter stor pris det! Vil også takke biveileder Ken Joar Hetlelid for fine innspill.

En stor takk også til medstudentene mine. Kristian Jøranson, selvfølgelig. Vi har tilbrakt mye tid sammen i laboratoriet, treningsrommet og på kontoret. Verken prosjektet vårt eller studiet i seg selv hadde blitt i nærheten av det samme uten deg! Magnus Høye, min faste middags- og treningskompanjong skal også ha en ekstra stor takk. Setter også pris på Kjetil Ihme, Ann Kristin Omdal, Tim Markussen samt 1. års masterstudentene, som alle har bidratt til at dette har vært en minnerik tid. Dessuten skal forsøkspersonene som deltok på prosjektet ha en stor takk for eksemplarisk innsats og innstilling.

Kristiansand

Mai 2010

Benjamin Vium Olesen

Innholdsfortegnelse

Tittelside	II
Sammendrag	III
Forord.....	IV
Innholdsfortegnelse	V
Innledning	1
Metode	3
Metodisk tilnærming	3
Forsøkspersoner	3
Innledende testprosedyre og materiell	4
Treningsintervensjon	7
Statistisk analyse	8
Resultater	9
Fysiologiske responser gjennom syv ukers intervalltrening	9
Perseptuelle responser gjennom syv ukers intervalltrening	12
Fysiologiske responser under en intervalltreningsøkt	16
Perseptuell respons under en intervalltreningsøkt	17
Diskusjon	18
Perseptuelle og fysiologiske responser gjennom syv ukers intervalltrening.....	18
Intensitetsstyring ved bruk av ”isoanstrengelse”	19
Forholdet mellom selvopplevd anstrengelse og treningseffekt.....	20
Persepsjon og fysiologiske responser under en intervalltreningsøkt	22
Konklusjon	22
Referanser	23
Vedlegg	25

Innledning

"It is an important but unsolved question which type of training is most effective: to maintain a level representing 90 percent of the maximal oxygen uptake for 40 min, or to tax 100 percent of the oxygen uptake capacity for about 16 min."(17)

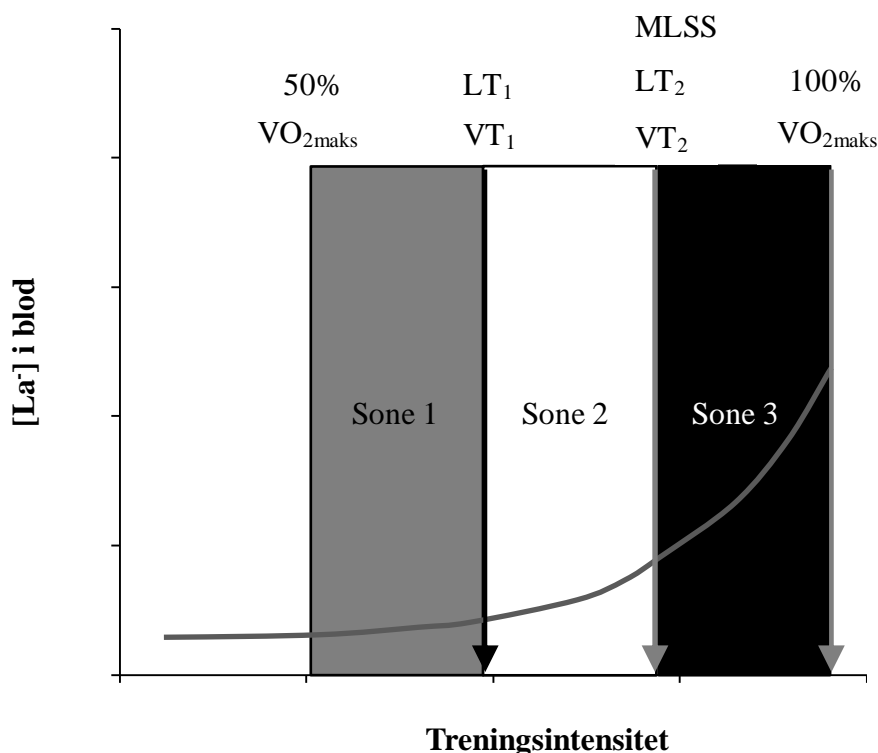
(Åstrand & Rodahl, 1986, s. 425)

Innen utholdenhetsidretter har det blitt vist at utøvere på toppnivå benytter en polarisert treningsmodell der opp mot 80 % av treningen foregår på lav intensitet (16). Det kan spekuleres om hvorvidt utøvere på mosjonistnivå kan ha positiv effekt av en større prosentvis andel trening med høyere intensitet, da den totale treningsmengden sannsynligvis er noe mindre. Et nyttig hjelpemiddel for å differensiere intensitet innen utholdenhetstrening er Olympiatoppens 5-sonemodell (12), forenklet av Seiler & Tønnessen i tabell 1 (16). Alternativt til denne er 3-sonemodellen som vist i figur 1 (16). Mens 5-sonemodellen tar utgangspunkt i "typiske" verdier for prosent av HF_{maks} , VO_{2maks} og konsentrasjon av blodlaktat, tar 3-sonemodellen utgangspunkt i fysiologiske ankerpunkter som forekommer ved økende intensitet under fysiologisk testing (laktat- og ventilatoriske terskler).

TABELL 1. Olympiatoppens 5-sonemodell, forenklet av Seiler & Tønnessen (2009).

Intensitetssone	% av VO_{2maks}	% av HF_{maks}	Laktat ($mmol \cdot L^{-1}$)	Varighet i sone
I- Sone 1	45-65	55-75	0,8-1,5	1-6 timer
I- Sone 2	66-80	75-85	1,5-2,5	1-3 timer
I- Sone 3	81-87	85-90	2,5-4	50-90 min.
I- Sone 4	88-93	90-95	4-6	30-60 min.
I- Sone 5	94-100	95-100	6-10	15-30 min.

En kan imidlertid også differensiere intensitet etter subjektive vurderinger. Gunnar Borg (2) introduserte Borgs skala (vedlegg 1) på 1970-tallet der en skala fra 6-20 deler inn intensiteten i forhold til akutt selvopplevd anstrengelse (*Rating of Perceived Exertion* - RPE). To tiår senere introduserte Foster et al. (6) *session RPE* (sRPE) som kvantifiserer øktens totale påkjenning, vurdert 30 minutter etter gjennomført aktivitet på en skala fra 0-10 (vedlegg 2).



Figur 1. 3-sonemodellen som vist av Seiler & Tønnessen (2009). Tre intensitetssoner definert ut fra de fysiologiske ankerpunktene: første og andre laktattærskel (LT_1 og LT_2) og første og andre ventilatoriske terskel (VT_1 og VT_2). MLSS (*maximal lactate steady state*) representerer høyeste intensitetsnivå uten akkumulering av blodlaktat ($mmol \cdot L^{-1}$).

Mange tidligere treningsintervensjonsstudier har brukt en såkalt ”isoenergiforbruk”-modell (3-4, 8), der treningsprogrammene har vært matchet basert på totalt energiforbruk. I praksis er dette en kunstig situasjon som ikke representerer hvordan utøvere virkelig trener (16). Som Åstrand og Rodahl impliserte så tidlig som 1970 (17) så øker totalvarighet under intervalltrening uproporsjonelt med reduksjon i intensitet når vi dokumenterer hvordan elite utholdenhetsutøvere trener (16). Den selvorganiseringen av kombinasjonen intensitet x varighet er basert på utøverens egen oppfattelse av *akkumulert anstrengelse*, ikke *akkumulert arbeid*. For i større grad å likestille gruppene har det i denne studien blitt brukt en ”isoanstrengelse”-modell (13-15).

Formålet med studien var å kvantifisere både fysiologiske og perseptuelle responser (selvopplevd anstrengelse) under (RPE) og etter (sRPE) intervalltrening innen tre ulike intervalltreningsregimer (4x4, 4x8, og 4x16 minutters arbeidsperioder) to ganger ukentlig over en syv ukers treningsperiode. Hovedhypotesen var todelt: for det første at det under de tre ulike intervalløktene ikke ville være signifikant forskjell på selvopplevd anstrengelse ved

bruk av Borgs skala, ettersom varighet og intensitet under arbeidsperiodene ble sidestilt i forhold til innsats. For det andre at gruppene i løpet av den syv uker lange intervensjonsperioden ville øke den gjennomsnittlige arbeidsbelastningen (watt) under øktene uten at gjennomsnittlig hjertefrekvens (HF) eller RPE økte. Det var dessuten relevant hvorvidt gruppenes reelle treningsintensitet (% av HF_{peak}) etter ”isoanstrengelse”-modellen, samsvarte noenlunde med intervalløkter i henholdsvis sone 3, 4 og 5 i henhold til 5-sonemodellen fra Olympiatoppen.

Metode

Metodisk tilnærming

Studien var et randomisert kontrollert eksperimentelt design. Tre forskjellige intervalltreningsregimer ble sammenliknet i forhold til perseptuell og fysiologisk respons gjennom to ukentlige intervalltreningsøkter i en syv ukers treningsintervensjon.

Forsøkspersoner

Denne studien var en del av et større prosjekt der en kontrollgruppe bestående av åtte personer også deltok, men det er bare de tre intervalltreningsgruppene à ni personer som her blir beskrevet. 27 syklister på mosjonistnivå var rekruttert fra det lokale sykkelmiljøet via annonser publisert på nettsidene til lokale sykkelklubber. Alle ble informert om studiens hensikt, risiko, og frivillige karakter. Prosjektet ble godkjent av Etisk komité for Fakultetet for helse- og idrettsvitenskap ved Universitetet i Agder. Inklusjonskriterier for deltakelse var alder mellom 25 og 50 år, ukentlig treningsmengde på sykkel/spinning på 4-10 timer, erfaring med både rolig langkjøring og intervalltrening, at man var frisk, og gjerne hadde mål om å delta på lokale konkurranser. I forkant av grupperandomisering oppga all deltakerne informasjon om respektiv antall ukentlige treningsøkter, antall treningstimer, samt normalt antall gjennomførte intervalløkter per uke. På bakgrunn av treningsdataene ble det foretatt en randomisert inndeling av tre grupper slik at gruppesammensetningen ble homogen i forhold til treningstilstand (tabell 2). Treningsintervensjonen foregikk i januar og februar måned. Studien bestod av innledende testing, etterfulgt av en syv ukers treningsperiode der de tre gruppene i fellesskap gjennomførte to ukentlige intervalløkter, i tillegg til lavintensiv trening på egenhånd (intensitet: < første ventilatoriske terskel (VT_1) identifisert i pretesting). Intensiteten på de rolige øktene ble kontrollert ved analyse av individuelle pulsfiler i Polar ProTrainer 5, samt enkel treningsdagbok (vedlegg 3).

TABELL 2. Kjønnnsfordeling, antropometri og treningstilstand hos forsøkspersonene.

(N=27)	4x4 min (N=9)	4x8 min (N=9)	4x16 min (N=9)
Menn (antall)	7	9	7
Kvinner (antall)	2	0	2
Alder (år)	43,0 \pm 6,8	38,9 \pm 7,6	42,7 \pm 4,1
Høyde (cm)	178 \pm 8	181 \pm 6	178 \pm 8
Vekt (kg)	79,9 \pm 13,3	89,7 \pm 11,3	83,8 \pm 10,5
Fettprosent (%)	18,4 \pm 2,9	20,5 \pm 5,3	22,2 \pm 5,4
Tr.mengde (t uke ⁻¹)	6,6 \pm 2,2	6,1 \pm 3,2	5,6 \pm 2,2
Intervall.tr (g uke ⁻¹)	0,9 \pm 1,0	1,3 \pm 1,7	1,3 \pm 0,8

Data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik med unntak av fordeling av menn og kvinner i gruppene som er presentert som antall. Ingen statistisk signifikante forskjeller ($p > 0,05$).

Innledende testprosedyre og materiell

Innledende testing foregikk over to dager med minimum to dagers restitusjon mellom testdagene. På dag 1 ble antropometri kvantifisert ved måling av høyde samt måling av kroppsvekt og fettprosent ved *octapolar bioimpedance* (InBody 720, BioSpace Co., Ltd., Seoul, Sør-Korea). Deretter gjennomførte alle en progressiv belastningstest til utmattelse på ergometersykkel for å identifisere maksimalt oksygenopptak ($\text{VO}_{2\text{peak}}$), maksimal hjertefrekvens (HF_{peak}), arbeidsbelastning ved testslutt ($\text{Watt}_{\text{peak}}$), den første ventilatoriske terskel (VT_1), den andre ventilatoriske terskel (VT_2), og *peak*-konsentrasjon av blodlaktat ($\text{La}^-_{\text{peak}}$). På dag 2 gjennomførte forsøkspersonene en laktatprofil for å kvantifisere arbeidsbelastning ved $4\text{mmol}\cdot\text{L}^{-1}$ blodlaktat ($\text{Watt}_{4\text{mMLa}^-}$), og en tid-til-utmattelsestest på 80 % av $\text{Watt}_{\text{peak}}$ ($\text{TTU}_{80\%}$).

Måling av fysiologiske parametre ble foretatt på en elektromagnetisk bremsset ergometersykkel (Velotron, Rehab Modell, Racer Mate, Seattle, WA, USA) der sete- og styrhøyde ble justert av hver forsøksperson etter eget ønske. Ergometersykkelen var fabrikkkalibrert. Kalibreringen ble kontrollert i forkant av hver test via *roll down resistance* prosedyre. Avvik på $> 0,5\%$ ble ikke god tatt. Denne prosedyren ble gjennomført tre-fem ganger for å kontrollere at variasjonen mellom målingene var lav og helst $< 0,1\%$.

Dag 1 testing

VO_{2peak} testen ble innledet med oppvarming i 10 minutter der forsøkspersonene syklet med en belastning på 70-120 watt med valgfri tråkkfrekvens. Arbeidsbelastning (watt) var datastyrt og uavhengig av tråkkfrekvens. Kalibreringen av ergometersykkelen ble foretatt etter oppvarmingen for å stabilisere temperaturen på hjulet og dermed friksjonen. Testprotokollen var modifisert etter Lucia et al. (9-10). Arbeidsbelastningen økte med 20 watt·min⁻¹ i stedet for 25 watt·min⁻¹. Testprotokollen var standardisert og automatisert. Arbeidsbelastningen under testen begynte på 60 watt, og etter fem minutter økte belastningen med 20 watt hvert påfølgende minutt. Forsøkspersonene fikk beskjed om å opprettholde en tråkkfrekvens på minimum > 70 tråkk·min⁻¹ (rpm). Testen ble avsluttet ved frivillig utmattelse eller når forsøkspersonen ikke var i stand til å opprettholde en tråkkfrekvens på >70 tråkk·min⁻¹. Forsøkspersonene ble underveis informert om HF, tråkkfrekvens og arbeidsbelastning. Under testen motiverte testlederne forsøkspersonene via muntlig tilbakemelding. Selvopplevd anstrengelse ved maksimal innsats (RPE_{peak}) ble registrert ved presentasjon av en plakat med Borgs skala (2) umiddelbart etter utmattelse. Forsøkspersonene fikk i forkant av testen en standardisert forklaring av Borgs skala og hvordan denne ville bli presentert ved testslutt. I praksis var varigheten på denne progressive testen ~15-24 minutter.

For å forsikre at både VO_{2peak} og HF_{peak} ble nådd, gjennomførte alle forsøkspersonene en kortere (~3 minutter) progressiv test til utmattelse etter 7 minutters pause. Denne testen startet 50 watt under Watt_{peak} oppnådd under den foregående protokollen. Arbeidsbelastningen ble opprettholdt i ett minutt før den ble manuelt justert opp 0-20 watt·0,5min⁻¹. Forsøkspersonene fortsatte til frivillig utmattelse eller til de ikke klarte å opprettholde en tråkkfrekvens på > 70 tråkk·min⁻¹. Ved slutten av begge protokollene ble det foretatt laktatmåling. Den høyeste målte verdi for VO₂ og HF observert under de to progressive testene ble definert som VO_{2peak} og HF_{peak}. Av 27 forsøkspersoner var det syv personer som oppnådde høyere HF_{peak} (≥ 2 slag·min⁻¹) eller VO_{2peak} (≥ 2 ml·kg⁻¹·min⁻¹) på den kortere progressive testen.

Watt_{peak} ble definert som belastning på det sist gjennomførte trinnet à ett minutt + (tid i sekunder gjennomført på det siste trinnet / 60 x 20 watt). Temperatur under testen var 20-22 °C. En elektrisk vifte var plassert i brysthøyde til forsøkspersonene under testing. Under testene ble det krevd at forsøkspersonene hele tiden ble sittende på setet.

Gassutveksling ble målt kontinuerlig med Oxycon Pro i pust til pust modus (Oxycon, Jaeger BeNeLux Bv, Breda, Nederland), kalibrert etter forskrift fra leverandør før hver test. Pust til pust gassutvekslingsmålinger ble benyttet til å kvantifisere VT_1 og VT_2 . VT_1 og VT_2 ble identifisert på bakgrunn av grafene for respiratorisk ekvivalens for O_2 ($EqO_2: V_E \cdot VO_2^{-1}$) og respiratorisk ekvivalens for CO_2 ($EqCO_2: V_E \cdot VCO_2^{-1}$), og endringer i det ”ende-tidale” trykket for O_2 ($P_{ET}O_2$) og CO_2 ($P_{ET}CO_2$). VT_1 ble definert som intensiteten der en økning i EqO_2 samt en økning i $P_{ET}O_2$ ble identifisert, uten at det forekom en økning i $EqCO_2$. VT_2 ble definert som intensiteten der $EqCO_2$ begynte å øke og $P_{ET}CO_2$ begynte å falle (1, 7). VO_{2peak} ble definert som det høyest gjennomsnittlige oksygenopptaket målt innen en 30 sekunders periode.

Hjertefrekvens ble kontinuerlig målt via telemetri (Polar s610 og Polar RS400, Polar Electro, Finland) for identifisering av hjertefrekvens tilsvarende intensiteten ved VT_1 og VT_2 , samt HF_{peak} . For bestemmelse av La_{peak} ble en blodprøve tatt ved fingerstikk 60 sekund etter endt test og analysert med en bærbar laktatanalysator (LactatePro LT-1710, Arkay KDK, Japan).

Dag 2 testing

På Dag 2 gjennomførte alle en standardisert protokoll på ergometersykkel for å identifisere $Watt_{4mMLa}$. Etter fem minutters oppvarming på 50 watt, var startbelastning satt til 50 watt under den arbeidsbelastningen som ble identifisert som VT_1 på dag 1 og økte med $25 \text{ watt} \cdot 5 \text{ min}^{-1}$. Mellom hver belastningsøkning ble blodprøvetaking foretatt i en innlagt 30 sekunders periode der belastningen var redusert til 100 watt. Testen ble avsluttet ved laktatverdier $\geq 4 \text{ mM} \cdot \text{L}^{-1}$. 10 minutter etter endt test gjennomførte forsøkspersonene en tid-til-utmattelsestest på en belastning lik 80 % av $Watt_{peak}$ ($TTU_{80\%}$). Denne testen foregikk på en konstant belastning, og eneste kravet var tråkkfrekvens på $> 70 \text{ tråkk} \cdot \text{min}^{-1}$. For å eliminere påvirkningsfaktorer fikk forsøkspersonene ingen informasjon underveis om tid, HF, eller tråkkfrekvens. Eneste tilbakemelding som ble gitt var dersom tråkkfrekvensen nærmet seg $\leq 70 \text{ min} \cdot \text{min}^{-1}$. Forsøkspersonene ble gitt regelmessig oppmuntring underveis av testlederne. Sluttid ble notert.

Treningsintervensjon

De tre gruppene bestod hver av ni personer som gruppevis skulle gjennomføre to ukentlige intervalløkter. På intervalløktene skulle én gruppe gjennomføre 4x16 minutters arbeidsperioder (tre minutters pause mellom arbeidsperiodene), en annen gruppe 4x8 minutters arbeidsperioder (to minutters pause), mens den siste gruppen gjennomførte 4x4 minutters arbeidsperioder (to minutters pause). Intervalløktene ble utført på ni Computrainer Lab-ruller (Racer Mate, Seattle, WA, USA) med egen racersykkel (figur 2). Hjerterefrekvens (HF) og arbeidsbelastning (watt) ble, for åtte av rullenes vedkommende, registrert sentralt via programvaren Multirider (Racer Mate). Arbeidsbelastning for den niende rullen ble registrert manuelt. Gjennomsnittlig arbeidsbelastning for hver arbeidsperiode ble lagret i MultiRider, mens gjennomsnittlig hjerterefrekvens ble identifisert som gjennomsnittet av de siste 25 % av tiden innen hver arbeidsperiode gjennom analyse av hjerterefrekvensfiler i Polar ProTrainer 5. Det ble spilt musikk under arbeidsperiodene.

Forsøkspersonene syklet i minimum 10 minutter på valgfri belastning som oppvarming. Deretter ble rullene kalibrert i henhold til forskrift fra leverandør (Racer Mate) via en *roll down resistance* prosedyre. Forsøkspersonene syklet opp til en hastighet på 25 mph og sluttet deretter å trø. Kalibrering av motstand mellom sykkelhjul og ergometerrulle ble justert til mellom 2,5 og 3 lb og registrert i programvaren for kontinuerlig beregning av arbeidsbelastning under intervalløkten. Forsøkspersonene i de tre gruppene fikk alle den samme oppskriften for intervallene: ”Hold den høyest gjennomsnittlige arbeidsbelastning du klarer for økten totalt” (13-15). Mot slutten av hver arbeidsperiode samlet testleder inn data for selvpoplevd anstrengelse (RPE) ved bruk av Borgs skala (2). Forsøkspersonene ble dessuten bedt om å notere sRPE, selvpoplevd anstrengelse for gjennomført økt i henhold til skalaen fra 0 (hvile) til 10 (maksimal anstrengelse) utviklet av Foster et al. (5), en halvtime etter endt økt (vedlegg 2). Alle forsøkspersonene førte treningsdagbok gjennom hele intervensjonen der type trening, varighet, og sRPE ble notert (vedlegg 3). sRPE ble både benyttet som data for selvpoplevd anstrengelse for intervalløktene, samt for å kvantifisere ukentlig treningsbelastning (treningsbelastning = sRPE x treningstid i minutter). Alle utholdenhetsøkter ble utført med pulsbelte- og klokke (Polar) så intensitet og varighet kunne kontrolleres i Polar ProTrainer 5. Dessuten ble det i løpet av intervensjonen foretatt tre laktatstikkprøver på hver forsøksperson for å kvantifisere konsentrasjon av blodlaktat under øktene.



Figur 2. Illustrasjon av en gruppetreningsøkt på racersykkel koblet til Computrainer ergometerrulle.

Statistisk analyse

All data er presentert som gjennomsnitt \pm standardavvik. Statistisk analyse ble foretatt i SPSS versjon 17.0 (Statistical Package for Sosial Science, Chicago, IL, USA). Perseptuell og fysiologisk respons var sammenliknet over tid og gruppevis ved bruk av 2-Factor ANOVA (3 grupper \cdot 7 tidspunkt). Forskjell i konsentrasjon av blodlaktat mellom gruppene, samt forskjell i relativ økning i arbeidsbelastning gjennom 7 uker, ble kvantifisert ved bruk av One-Way ANOVA og Tukey's-b *post hoc*-test. P-verdi $< 0,05$ ble betraktet som statistisk signifikant.

Resultater

De fysiske karakteristika av forsøkspersonene er presentert i tabell 3.

TABELL 3. Fysisk karakteristikk av forsøkspersonene.

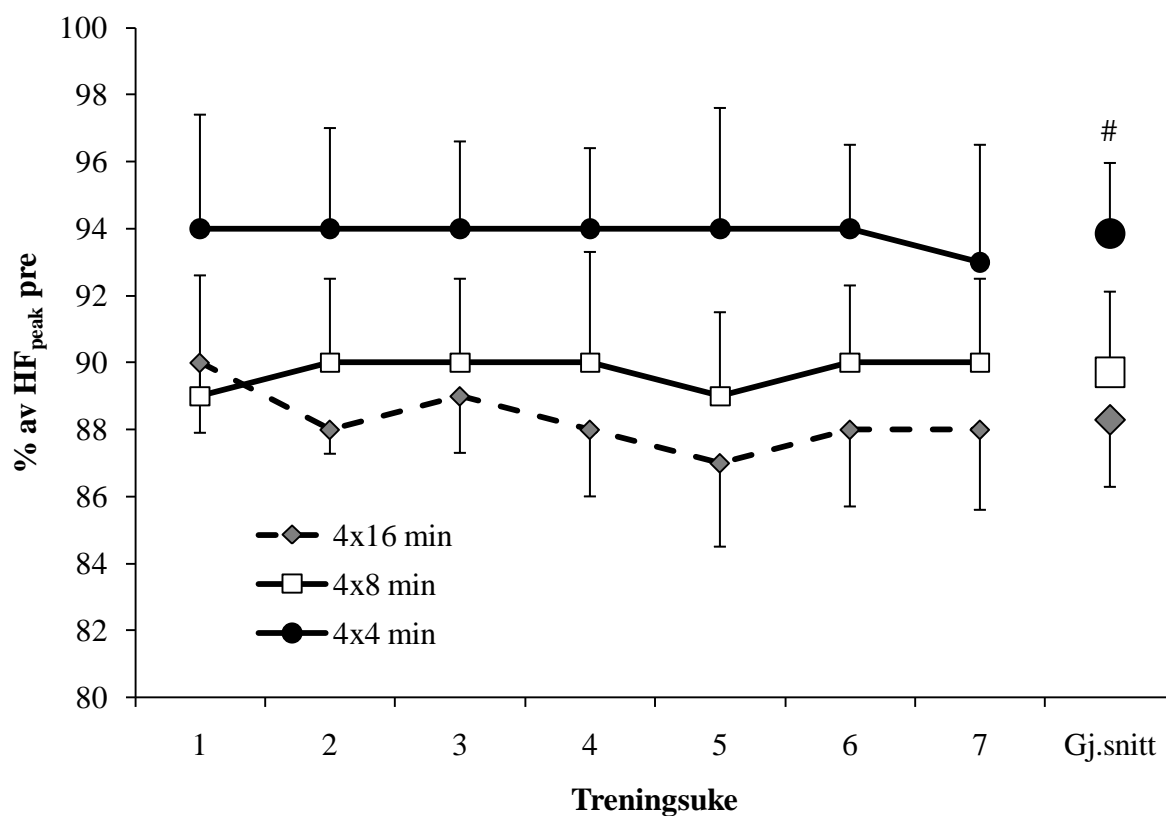
(N=27)	4x4 min (N=9)	4x8 min (N=9)	4x16 min (N=9)
Pre-test			
VO _{2peak} (ml·kg ⁻¹ ·min ⁻¹)	50,4 ± 5,8	52,8 ± 4,8	51,1 ± 5,8
VO _{2peak} (L·min ⁻¹)	4,0 ± 0,8	4,7 ± 0,5	4,3 ± 0,8
HF _{peak} (slag·min ⁻¹)	179 ± 7	185 ± 7	183 ± 9
Watt _{4mMLa⁻} (watt)	218 ± 47	236 ± 40	228 ± 50
VT ₁ (% av HF _{peak})	72 ± 7	70 ± 7	75 ± 6
VT ₂ (% av HF _{peak})	82 ± 7	80 ± 6	84 ± 4
Watt _{peak}	343 ± 68	378 ± 37	361 ± 52
Watt _{peak} (watt·kg ⁻¹)	4,3 ± 0,4	4,3 ± 0,5	4,3 ± 0,5
La _{peak} (mmol·L ⁻¹)	13,8 ± 1,5	14,1 ± 2,0	14,8 ± 1,6
RPE _{peak}	19,4 ± 0,5	19,0 ± 0,7	19,3 ± 0,7
Intervensjon			
% oppmøte (av 14 økter)	91 ± 6	94 ± 7	90 ± 7
Treningsbelastning per uke [sRPE·tid(min)]	1348 ± 464	1473 ± 386	1940 ± 398*

Data er presentert som gjennomsnitt ± standardavvik. Data ble kvantifisert etter tester på ergometersykel.

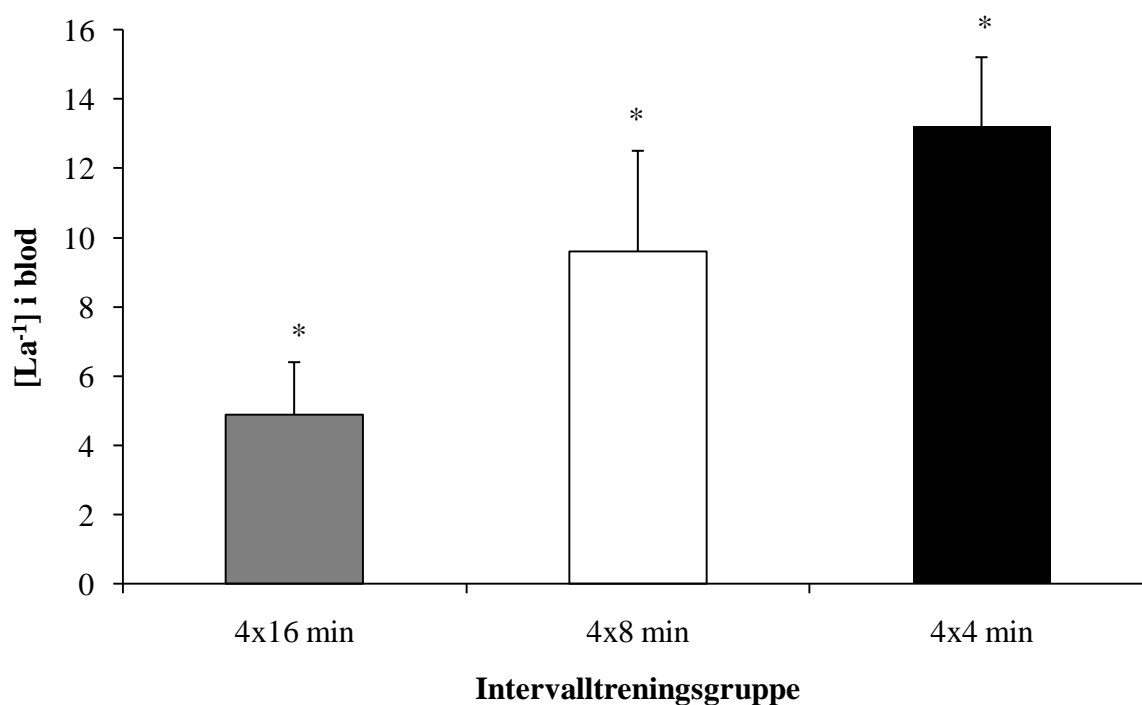
Betegnelsen treningsbelastning regnes ut etter formel av Foster et al. (6) og er en vilkårlig enhet (AU). * p<0.05 forskjell i forhold til 4x4 og 4x8 gruppene.

Fysiologiske responser gjennom syv ukers intervalltrening

Figur 3 viser gjennomsnittlig hjerterefrekvens gjennom to ukentlige intervalltreningsøkter i syv uker. Hjerterefrekvenskurven indikerer et (ikke-signifikant) fall hos 4x16 minuttersgruppen, mens kurven er mer stabil for de to andre gruppene. I figur 4 vises gjennomsnittet gruppevis for tre laktatstikkprøver tatt underveis i treningsintervensjonen. Denne viser større konsentrasjon av blodlaktat ved kortere, men mer intensive arbeidsperioder. Konsentrasjon av blodlaktat for gruppen som trente 4x4 minutter var på nivå med La_{peak} fra pretest (tabell 3), mens konsentrasjon av blodlaktat hos 4x16 minuttersgruppen var rett over 4mM·L⁻¹.

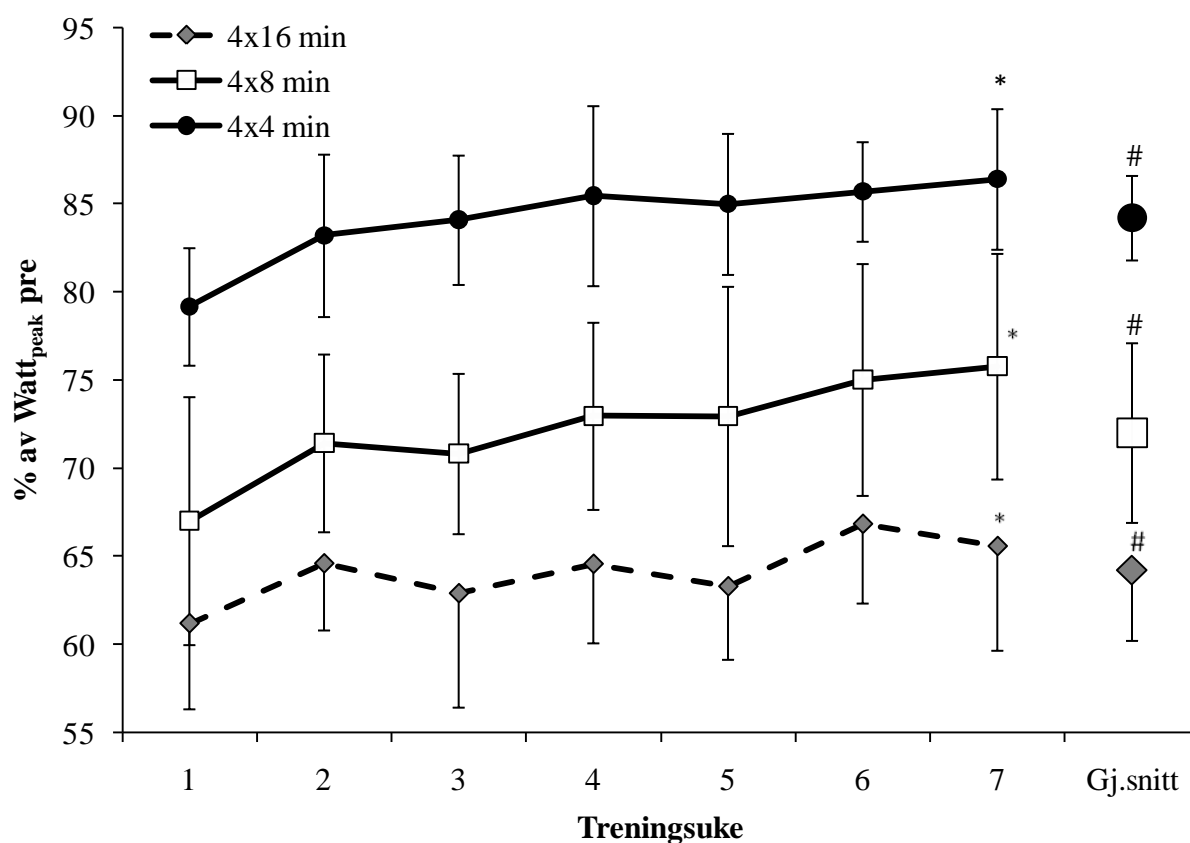


Figur 3. Gjennomsnittlig hjerterefrekvens (HF) vist som prosent av HF_{peak} fra pretest for hver av de syv treningsukene i 4x4-, 4x8-, og 4x16 minuttersgruppene. Gjennomsnittet for hver uke representerer de siste 25 % av hver arbeidsperiode. Gruppevis var det ingen statistisk signifikant forskjell på hjerterefrekvens gjennom syv uker. # $p < 0,001$ i forhold til de to andre gruppene for gjennomsnittlig hjerterefrekvens over syv uker.

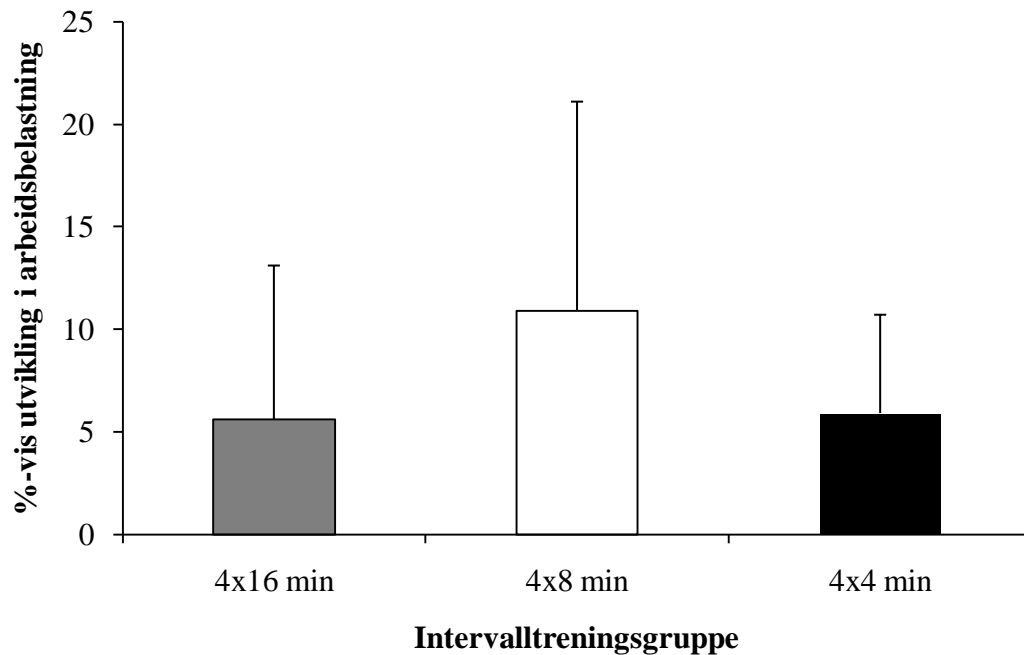


Figur 4. Gjennomsnittlig konsentrasjon av blodlaktat ($mmol \cdot L^{-1}$) hos de tre gruppene. Laktatprøvene ble tatt i uke 2, 4 og 6 mot slutten av nest siste og siste arbeidsperiode. * $p < 0,001$ mellom alle tre grupper.

Arbeidsbelastning (watt) ble kvantifisert gjennom alle øktene. I figur 5 kan man se en tendens til at gjennomsnittlig arbeidsbelastning gruppevis økte gjennom de syv ukene. Tendensen blir bekreftet i figur 6 der gjennomsnittlig prosentvis økning i arbeidsbelastning er vist. Gruppen som trente 4x8 minutter lange arbeidsperioder ser ut til å ha hatt størst prosentvis økning underveis i perioden, men forskjellen var ikke statistisk signifikant.



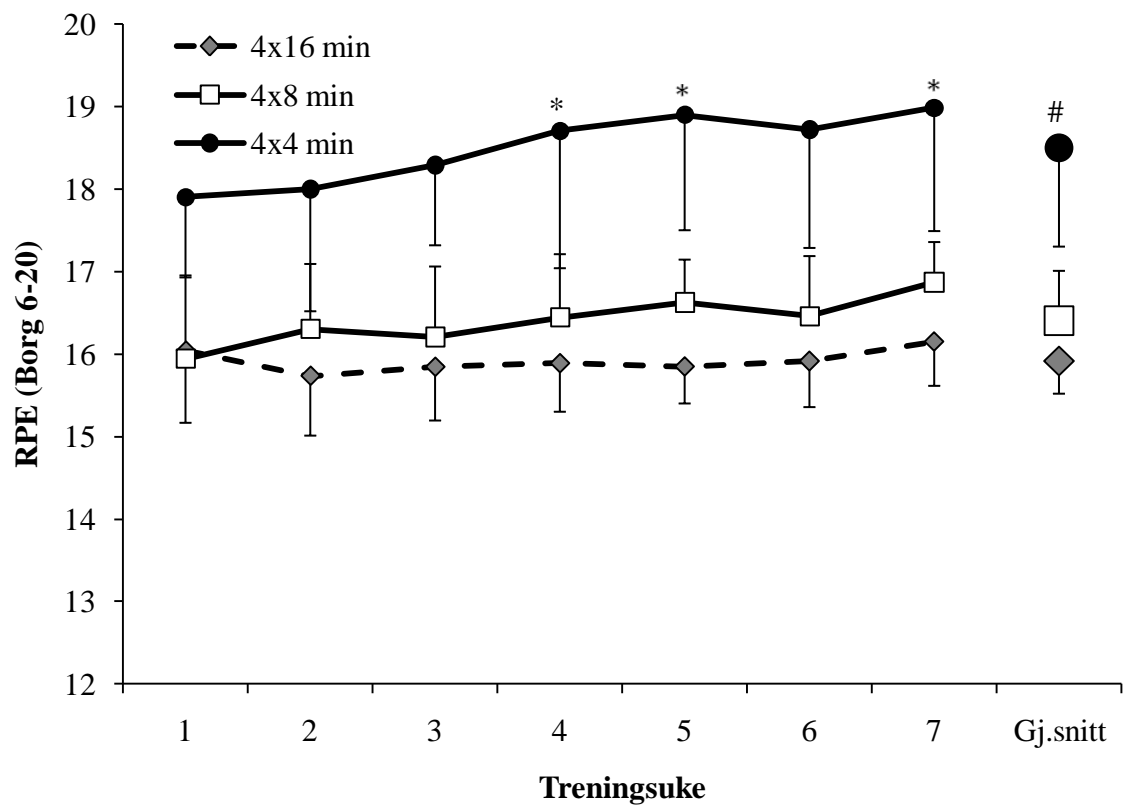
Figur 5. Treningsbelastning fra uke til uke vist som prosent av Watt_{peak} fra pretest. * p<0,05 sammenliknet med uke 1. # p<0,01 mellom alle tre grupper.



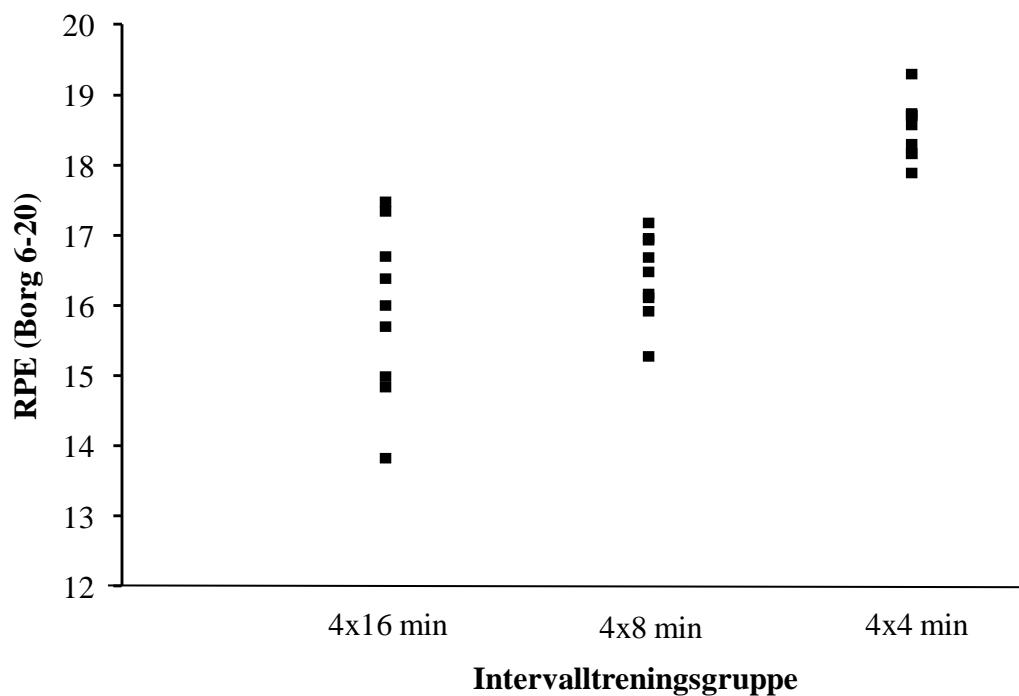
Figur 6. Prosentvis utvikling i gjennomsnittlig arbeidsbelastning under intervalløktene fra uke 1 og 2 til uke 6 og 7. Relativ økning i arbeidsbelastning var ikke statistisk signifikant mellom de tre gruppene.

Perseptuelle responser gjennom syv ukers intervalltrening

Selvopplevd anstrengelse (RPE) under arbeidsperiodene er presentert i figur 7. Gjennom de syv ukene var RPE signifikant høyere hos gruppen som gjennomførte intervalltrening i 4x4 minutter. Det var også en tendens at RPE økte klart over tid i treningsperioden hos gruppen som trente 4x4, en liten økning hos 4x8 minuttersgruppen, mens RPE hos 4x16 minuttersgruppen var mer stabil. Innad i gruppene var det variasjon. Individuell RPE gjennom syv ukers intervalltrening for de tre gruppene er vist i figur 8. Her kan man se at det var større variasjon og spredning i gruppene jo lengre varigheten på arbeidsperiodene var.

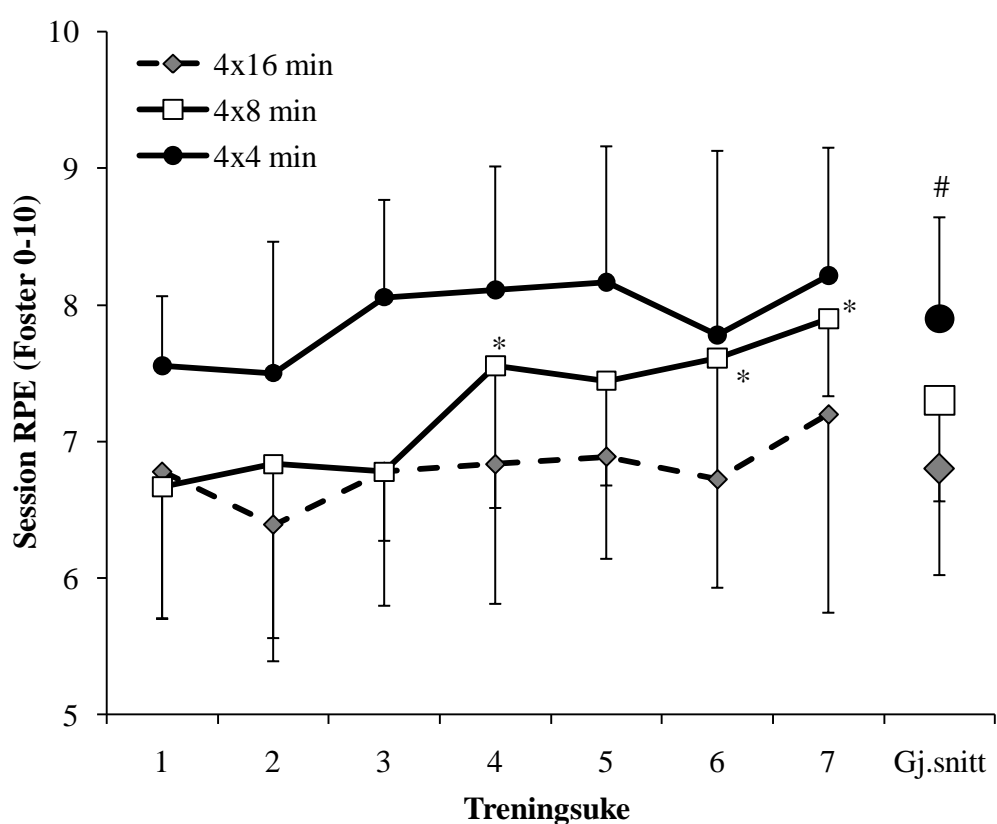


Figur 7. Gjennomsnittlig selvopplevd anstrengelse (RPE) for to ukentlige intervalløktene gjennom syv uker. * $p < 0,05$ i forhold til uke 1. # $p < 0,001$ i forhold til de to øvrige gruppene.

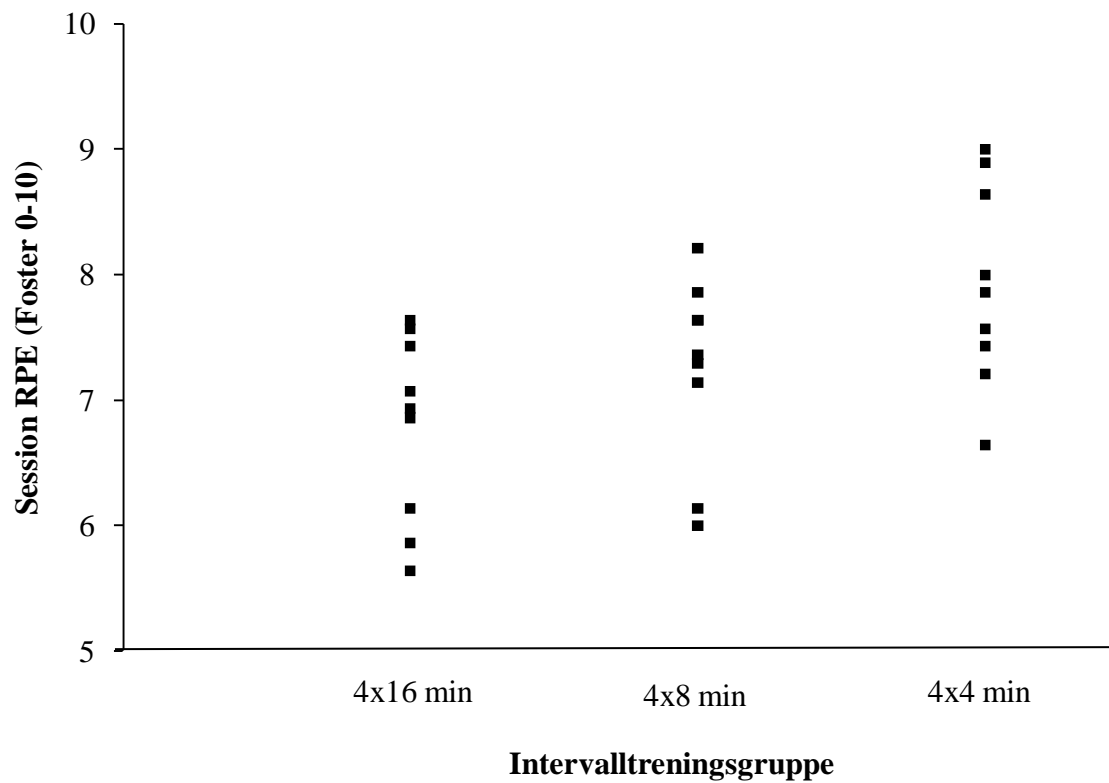


Figur 8. Individuell variasjon i gjennomsnittlig selvopplevd anstrengelse (RPE) innsamlet under intervalløktene i syv uker.

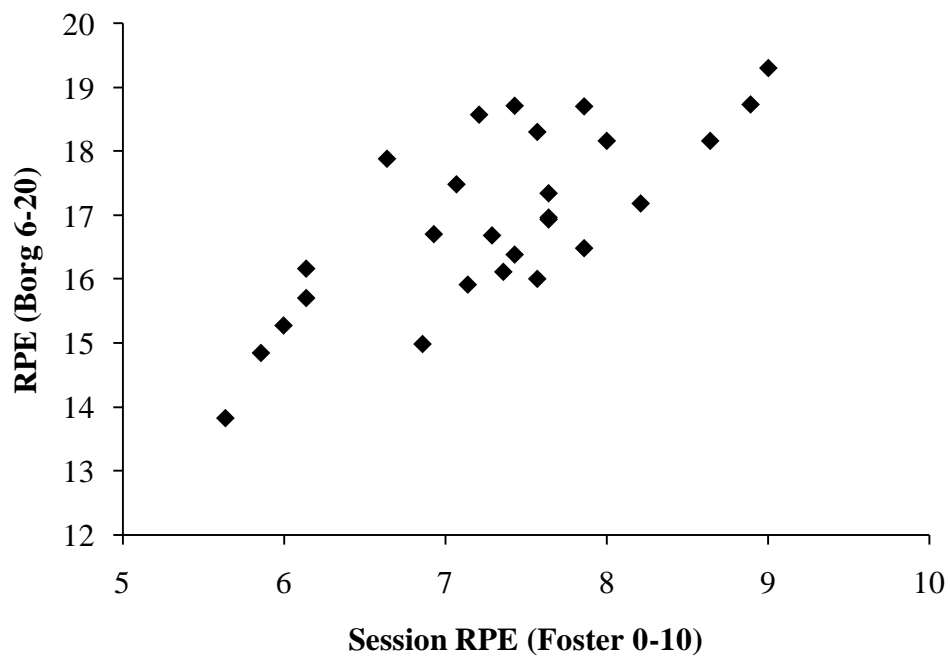
I tillegg til selvopplevd anstrengelse målt under øktene, ble totalanstrengelsen for hver økt, vurdert 30 minutter etter ferdig økt (sRPE), kvantifisert. Figur 9 viser gruppevis gjennomsnittlig sRPE gjennom syv uker med intervalltrening, mens figur 10 viser individuell variasjon for sRPE i samme periode. I likhet med RPE-kurven (figur 7), viser sRPE-kurven (figur 9) at den selvopplevde anstrengelsen i etterkant av øktene var høyest hos gruppen som trente 4x4 minutter lange arbeidsperioder. Den individuelle variasjonen for sRPE ser imidlertid ut til å være tilnærmet lik gruppene imellom. Sammenhengen mellom RPE og sRPE er presentert i figur 11.



Figur 9. Gjennomsnittlig selvopplevd anstrengelse 30 minutter etter gjennomført intervalltreningsøkt (sRPE) for de tre gruppene. * $p < 0,02$ sammenliknet med uke 1. # $p < 0,017$ i forhold til de to øvrige gruppene.



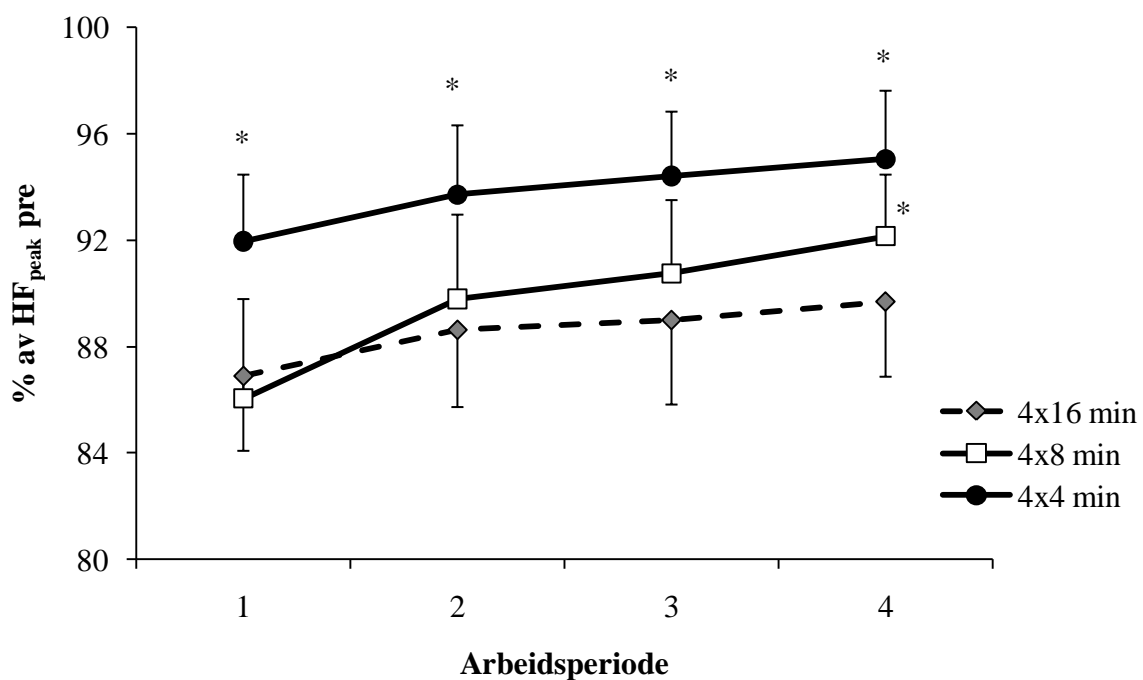
Figur 10. Gjennomsnittlig variasjon for selvopplevd anstrengelse 30 minutter etter gjennomført intervalløkt (sRPE) for de tre gruppene.



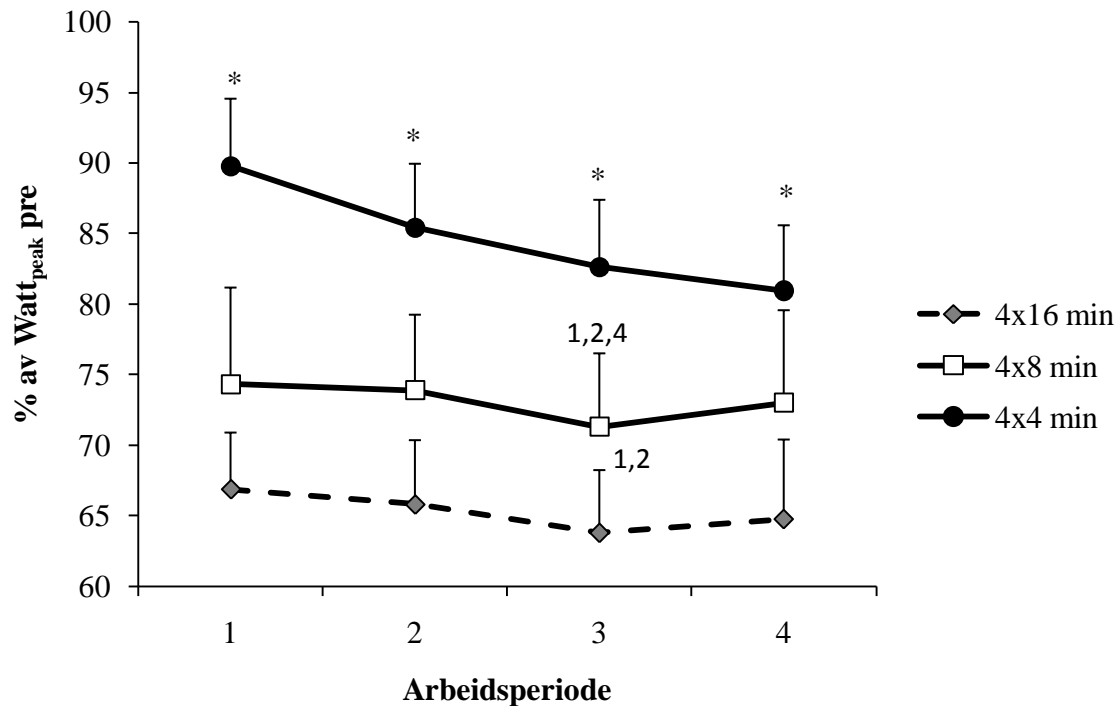
Figur 11. Sammenheng mellom gjennomsnittlig RPE under øktene og gjennomsnittlig sRPE 30 minutter etter øktene gjennom syv ukers intervalltrening. Pearson's r korrelasjon mellom RPE og sRPE var 0,75.

Fysiologiske responser under en intervalltreningsøkt

Figur 12 og 13 viser gjennomsnittlig hjerterefrekvens (% av HF_{peak}) og arbeidsbelastning (% av $Watt_{peak}$) under fire arbeidsperioder à 4, 8, og 16 minutter. På tross av at arbeidsbelastningen falt gjennom økten, økte hjerterefrekvensen fra arbeidsperiode til arbeidsperiode (figur 12). I figur 13 er det tydelig at 4x4 minuttersgruppen gikk ned i arbeidsbelastning gjennom økten, og fallet var signifikant for hver arbeidsperiode. 4x8- og 4x16 minuttersgruppene klarte i større grad å opprettholde arbeidsbelastningen, men arbeidsperiode 3 skilte seg ut ved å være litt, men signifikant, lavere før de klarte å presse arbeidsbelastningen litt opp igjen under siste arbeidsperiode.



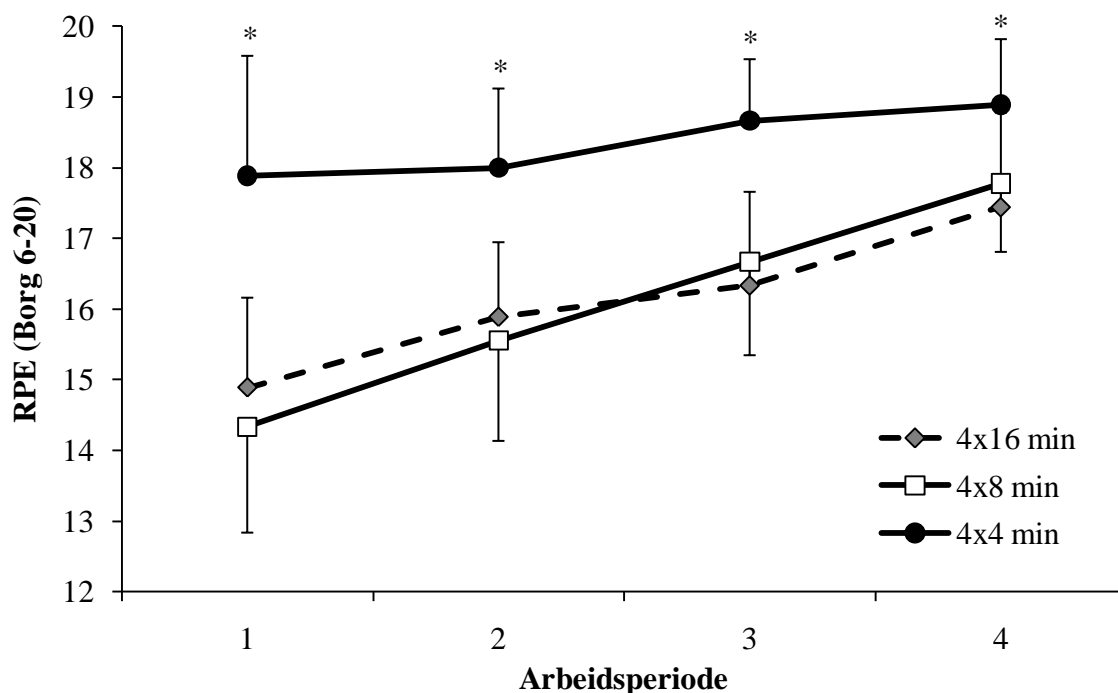
Figur 12. Gjennomsnittlig hjerterefrekvens (% av HF_{peak} fra pretest) for hver arbeidsperiode under syv ukers intervalltrening. Økning i HF fra arbeidsperiode 1 til 4 var statistisk signifikant for alle gruppene ($p < 0,01$). * $p < 0,01$ i forhold til de andre gruppene på samme tidspunkt.



Figur 13. Gjennomsnittlig arbeidsbelastning (% av $Watt_{peak}$ fra pretest) for hver arbeidsperiode under syv ukers intervalltrening. Arbeidsbelastningen var signifikant forskjellig mellom gruppene for hver arbeidsperiode ($p < 0,001$). 1,2,4: $p < 0,05$ sammenliknet med tilsvarende arbeidsperioder. * $p < 0,01$ sammenliknet med øvrige arbeidsperioder.

Perseptuell respons under en intervalltreningsøkt

Figur 14 viser selvopplevd anstrengelse (RPE) under intervalltrening i 4x4, 4x8, og 4x16 minutter lange arbeidsperioder. RPE ble målt mot slutten av de fire arbeidsperiodene. RPE økte konsekvent gjennom økten. Minst økning underveis kan man se hos 4x4 minuttersgruppen, mens selvopplevd anstrengelse tydelig øker hos de to øvrige gruppene.



Figur 14. Gjennomsnittlig selvopplevd anstrengelse (RPE) under en intervalltreningsøkt for de tre gruppene. Økning i RPE under treningsøktene var signifikant for alle gruppene ($p < 0,01$). * $p < 0,01$ i forhold til de to andre gruppene på samme tidspunkt.

Diskusjon

Hovedfunnet i denne studien er at selvopplevd anstrengelse under intervalltrening øker i takt med økt intensitet. Dette til tross for ikke-lineære økninger i arbeidsvarighet, som ifølge Seiler & Tønnessen (2009) er typisk for godt trente utøvere (16). Dette ble kvantifisert ved å måle selvopplevd anstrengelse både under og 30 minutter etter intervalltrening med ulik varighet og intensitet. Hypotesen at gjennomsnittlig arbeidsbelastning ville øke gjennom syv ukers treningsintervensjon uten at gjennomsnittlig hjerterefrekvens økte, så ut til å stemme.

Selvopplevd anstrengelse økte imidlertid underveis for gruppen som trente 4x4 minutters arbeidsperioder.

Perseptuelle og fysiologiske responser gjennom syv ukers intervalltrening

Perseptuell respons målt som selvopplevd anstrengelse (RPE) over den syv uker lange treningsintervensjonen økte kun signifikant i 4x4 minuttersgruppen (figur 7), hvilket muligens kan forklares med at personene i denne gruppen ble mer og mer slitne. Alternativt kan det ha vært en læringseffekt til stede, ved at de etter noen økter hadde kjent på kroppen hvor hardt de kunne sykle uten å være i fare for ikke å kunne gjennomføre økten, og at de derfor jobbet hardere utover intervensjonen. Uavhengig av årsaken til økningen, så er det ingen tvil om at 4x4 minutters arbeidsperioder ved maksimal selvbestemt intensitet, tilsvarende ~ sone 5 (øvre

området av sone 4) i henhold til Olympiatoppens intensitetsskala, oppleves subjektivt veldig tungt både under (RPE) og etter (sRPE) trening.

Hos 4x8 minuttersgruppen økte sRPE utover perioden (figur 9), i motsetning til RPE som kun økte i beskjeden grad. Dette kan ha samme forklaring som tidligere nevnt: at de etter et par økter ble kjent med hvor hardt de i praksis kunne presse seg. Dette kan forsvares med tendensen til at 4x8 minuttersgruppen også var den gruppen som økte mest i gjennomsnittlig arbeidsbelastning utover intervensjonen (figur 6). Den andre studien i dette prosjektet viste at 4x8 minuttersgruppen var den gruppen som hadde størst forbedring i fysiologiske parametre etter intervensjonen.

Det var størst individuell spredning i RPE hos 4x16 minuttersgruppen (figur 8). De gjennomførte arbeidsperioder henholdsvis 400 % og 100 % lengre enn de andre gruppene, hvilket utfordrer evnen til å finne passende intensitet. Hjerterefrekvens, konsentrasjon av blodlaktat, og arbeidsbelastningskurvene (figur 3, 4 og 5) viser dog at 4x16 minuttersgruppen jobbet hardt, noe også gjennomsnittlig RPE og sRPE på henholdsvis 15,9 (mellom ”hardt” og ”veldig hardt”) og 7,2 (”veldig hardt”) bekrefter. Figur 10 viser stor individuell variasjon i sRPE, der spredningen på angivelsene på Foster et al.’s 0-10 skala er på 2-2,5 hos alle gruppene.

Intensitetsstyring ved bruk av ”isoanstrengelse”

Forskjellen mellom gruppenes treningsoppskrift var varigheten på arbeidsperiodene. Alle gruppene ble oppfordret til å gjennomføre øktene med maksimal innsats. Modellen kalte vi for ”isoanstrengelse”. Denne tilnærmingen har samme utgangspunkt som Åstrand og Rodahls sitat i innledningen. Forsøkspersonene ble nødt til å regulere intensiteten slik at alle arbeidsperiodene ble gjennomført med tilnærmet identisk intensitet. Sideløpende med hovedmålet for studien var det her relevant hvorvidt reell treningsintensitet (% av HF_{peak}) hos gruppene samsvarte noenlunde med intervalløkter i henholdsvis sone 3, 4 og 5 i henhold til 5-sonemodellen fra Olympiatoppen (12, 16). Varigheten på arbeidsperiodene i denne studien var i det nedre området av retningslinjene fra Olympiatoppen. Disse retningslinjene er basert på erfaringer fra toppidrettsutøvere, og forsøkspersonene i denne studien var mosjonister. Varigheten på arbeidsperiodene ble bestemt ut fra dette faktumet.

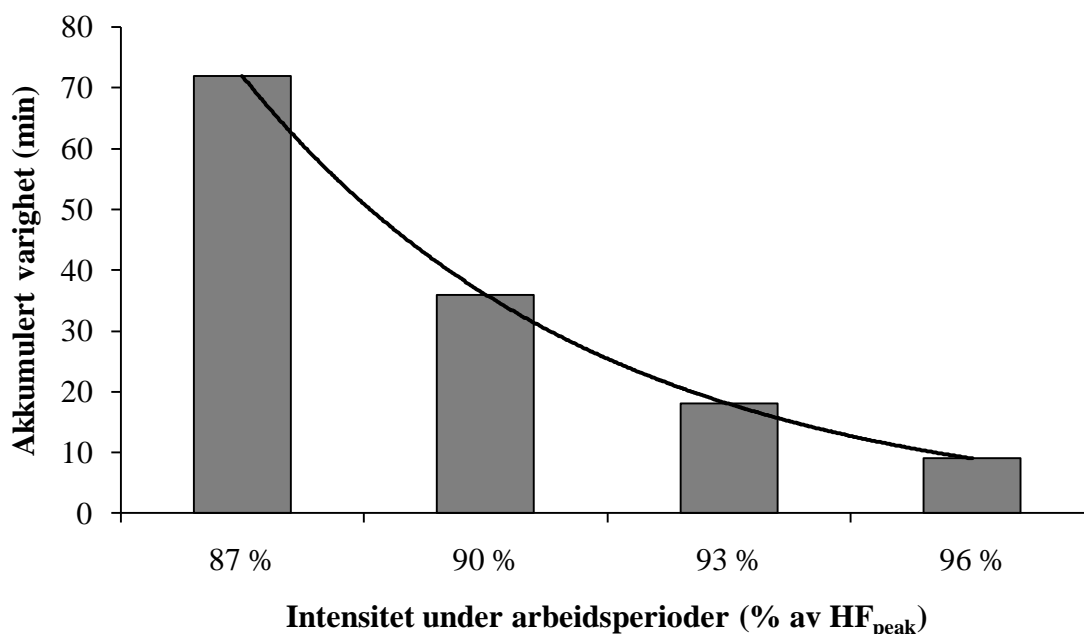
Figur 3 viser at gjennomsnittlig hjerterefrekvens under intervalløktene var ~ 94, 90, og 88 % av HF_{peak} for henholdsvis 4x4-, 4x8-, og 4x16 minuttersgruppene. Under pretestingen ble gjennomsnittlig VT_2 identifisert i området 80-84 % av HF_{peak} (tabell 3). I så henseende må

gjennomsnittlig treningsintensitet for alle gruppene betraktes som å være $> VT_2$, og dermed i sone 3 i henhold til 3-sonemodellen (figur 1). Laktatstikkprøvene underveis i intervansjonen (figur 4) bekrefter dette. Konsentrasjon av blodlaktat var rett i overkant av 4mM for 4x16 minuttersgruppen ($4,9 \pm 1,5 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$), mens verdiene for 4x4- og 4x8 minuttersgruppene var klart over 4mM (henholdsvis $13,2 \pm 2,0$, $9,6 \pm 2,9 \text{ mmol}\cdot\text{L}^{-1}$). I forhold til Olympiatoppens 5-sonemodell (tabell 1) ser vi at gruppenes treningsintensitet ved bruk ”isoanstrengelse”-modellen, omtrentlig endte opp i sone 3, 4 og 5. Gruppen som trente 4x16 minutter lange arbeidsperioder endte i øvre del av sone 3, mens treningsintensiteten for 4x8- og 4x4 minuttersgruppene var i henholdsvis nedre og øvre området av sone 4. Selvbestemt intensitet basert på egen følelse av maksimal innsats med utgangspunkt i total arbeidstid og varighet på arbeidsperioder og pauser, i stedet for å være avhengig av for eksempel intensitetssoner bestemt ut fra prosent av HF_{peak} , fungerer som intensitetsstyring.

Forholdet mellom selvopplevd anstrengelse og treningseffekt

Målingene viser en klar tendens til at 4x8 minuttersgruppen fikk bedre uttelling av gjennomført trening enn 4x4 minuttersgruppen (figur 6), selv om sistnevnte gruppe subjektiv vurderte treningen som hardere (figur 7 og 9). Dette forholdet stiller spørsmålet om hvor hardt man skal trene for å få best mulig utbytte i forhold til investert innsats. 4x16- og 4x4 minuttersgruppene hadde begge en mindre (ikke signifikant) økning i gjennomsnittlig arbeidsbelastning underveis i intervansjonen enn 4x8 minuttersgruppen, og de hadde som sagt mindre forbedring i fysiologiske parametre og $TTU_{80\%}$. I tillegg opplevde 4x16- og 4x4 minuttersgruppene treningen de gjennomførte som henholdsvis lettere og tyngre enn hva 4x8 minuttersgruppen gjorde. God treningseffekt kombinert med subjektivt ”lettere” trening sammenliknet med hvordan 4x4 minuttersgruppen opplevde treningen, indikerer at intervalltrening på rundt 90 % av HF_{peak} , med totalvarighet på arbeidsperiodene på rundt 30 minutter (for eksempel 4x8 minutter), kan være gunstig. Det er her et viktig poeng at det ikke utelukkende skal fokuseres på faktorer vedrørende intervalltrening, men også på øvrige treningsøkter. Kombinasjonen av høyintensive intervalløkter og rolig kontinuerlig trening ($< VT_1$) viser seg effektivt for bedring av utholdenhetsprestasjon (16). I denne studien skulle forsøkspersonene også gjennomføre rolig langkjøring på egenhånd. I tabell 3 kan man se gjennomsnittlig treningsbelastning per uke gjennom de syv ukene. At 4x16 minuttersgruppen skiller seg ut ved å ha høyest ukentlig treningsbelastning, kan forklares med at total arbeidstid per intervalløkt, som var den ene komponenten i treningsbelastningsformelen (i tillegg til sRPE), her var mer enn dobbelt så stor som hos de to øvrige gruppene.

Figur 15 illustrerer at dersom treningsintensiteten reduseres med bare noen få prosent, vil den akkumulerte varigheten øke ikke-lineært. Intervalltrening med maksimal innsats i relativt få minutter (tilsvarende sone 5 jf. Olympiatoppens intensitetssoner, tabell 1), er i denne studien vist å være den subjektivt tyngste trening. Ved å redusere intensiteten fra sone 5 til 4, kan man med litt lengre arbeidsperioder få god treningseffekt, og samtidig vil selvopplevd anstrengelse (RPE og sRPE) være lavere.



Figur 15. Illustrasjon av ikke-lineær sammenheng mellom akkumulert varighet i sone og intensitet under arbeidsperioder (% av HF_{peak}).

Hjertefrekvenskurven i figur 3 indikerer at gjennomsnittlig hjertefrekvens var mest stabil for 4x4- og 4x8 minuttersgruppene, men at det hos 4x16 minuttersgruppen var en tendens til redusert hjertefrekvens utover intervensjonen. Det kan være flere årsaker til dette. En forklaring kan være at personene ble slitne av de lange intervalløktene. Total treningsbelastning tatt i betraktning kan dette være plausibelt, men arbeidsbelastningen økte under intervensjonen og selvopplevd anstrengelse, både under og etter trening, økte ikke under perioden. Dermed kan en annen mulig forklaring være at det har vært en læringseffekt til stede. Kanskje den type trening i begynnelsen var uvant for forsøkspersonene, men at de gradvis lærte å treffe ”riktig” belastning og at hjertefrekvensen dermed falt litt.

Det finnes imidlertid en tredje mulig forklaring. Posttestresultatene, som foreligger i den andre studien fra prosjektet, viser at HF_{peak} etter treningsintervensjonen hadde falt med

henholdsvis 4 og 5 slag·min⁻¹ for 4x16- og 4x8 minuttersgruppene, mens 4x4 minuttersgruppen hadde en nedgang på 2 slag·min⁻¹. Dette kan forklare nedgangen i gjennomsnittlig hjerterefrekvens, og at man derfor mot slutten av intervansjonen antakelig kan legge til en prosent eller to på hjerterefrekvenskurven for 4x8- og 4x16 minuttersgruppene. Det er imidlertid usikkert nøyaktig når HF_{peak} begynte å falle i løpet av intervansjonen.

Persepsjon og fysiologiske responser under en intervalltreningsøkt

Det var forventet at hjerterefrekvens skulle øke signifikant fra første til andre arbeidsperiode, og heretter ville være mer stabil. Dette funnet var tydelig i en studie (11), der første arbeidsperiode ble betraktet som en avsluttende del av oppvarmingen. Arbeidsbelastningen falt derimot for hver arbeidsperiode for 4x4 minuttersgruppen, mens reduseringen hos 4x8- og 4x16 minuttersgruppene var mer beskjeden, og begge disse gruppene klarte å presse opp arbeidsbelastningen igjen under siste arbeidsperiode. Selvopplevd anstrengelse økte underveis for alle gruppene, og mens 4x8- og 4x16 minuttersgruppene opplevde treningen som omtrent like hard, skilte 4x4 minuttersgruppen seg ut ved at de betraktet treningen som signifikant tyngre. En mulig tolkning av disse resultatene kan være at 4x4 minuttersgruppen hadde vanskeligere med å tilpasse maksimal innsats til varigheten på arbeidsperiodene, og hadde tendens til å overvurdere egen kapasitet i de første arbeidsperiodene.

Konklusjon

Alle de tre gruppene fikk den samme instruksjonen for maksimal innsats innen arbeidsperioder av ulik varighet. Studien viste at høyere intensitet ga høyere RPE. I praksis betyr dette at man bør være påpasselig med stor andel trening med intensitet tilsvarende sone 5 i 5-sonemodellen fra Olympiatoppen, da denne treningen er meget krevende. En beskjeden reduksjon i intensitet, og dermed ~ dobbel varighet på arbeidsperioder (sone 4), vil medføre lavere stressnivå. Resultater indikerer dessuten at intervalltrening i sone 4, kombinert med rolig langkjøring, gir god treningseffekt.

Referanser

1. Amann M, Subudhi AW, Walker J, Eisenmann P, Shultz B, Foster C. An evaluation of the predictive validity and reliability of ventilatory threshold. *Med Sci Sports Exerc.* 2004;36(10):1716-22.
2. Borg G. *Administration of the Borg Scales. I: Borg's Perceived exertion and pain scales.* Champaign, IL: Human Kinetics; 1998.
3. Daussin FN, Ponsot E, Dufour SP, Lonsdorfer-Wolf E, Doutreleau S, Geny B, et al. Improvement of VO₂max by cardiac output and oxygen extraction adaption during intermittent versus continuous endurance training. *Eur J Appl Physiol.* 2007;101:377-83.
4. Eddy DO, Sparks KL, Adelizi DA. The effects of continuous and interval training in women and men. *Eur J Appl Physiol.* 1977;96:97-105.
5. Foster C, Daines E, Hector L, Snyder AC, Welsh R. Athletic performance in relation to training load. *Wisc Med J.* 1996;95:370-4.
6. Foster C, Florhaug JA, Franklin J, Gottschall L, Hrovatin LA, Parker S, et al. A new approach to monitoring exercise training. *J Strength Cond Res.* 2001;15(1):109-15.
7. Gomez-Gallego F, Santiago C, Gonzales-Freire M, Muniesa CA, Valle M, Perez M. Endurance performance: Genes or gene combinations? *Int J Sports Med.* 2009;30:66-72.
8. Helgerud J, Høydal K, Wang E, Karlsen T, Berg P, Bjerkaas M, et al. Aerobic high-intensity intervals improve VO₂max more than moderate training. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:665-71.
9. Lucia A, Carvajal A, Boraita A, Serratos L, Hoyos J, Chicharro JL. Heart dimensions may influence the occurrence of the heart deflection point in highly trained cyclists. *Br J Sports Med.* 1999;33:387-92.
10. Lucia A, Pardo J, Duránte A, Hoyos J, Chicharro JL. Physiological differences between professional and elite road cyclists. *Int J Sports Med.* 1998;19:342-8.
11. Olesen BV. *Presisjon av intensitetskontroll med og uten feedback på hjertefrekvens under intervalltrening.* Forskningspraksis - Master i idrettsvitenskap. Levert 2009.
12. Olympiatoppen. OLT's intensitetsskala. Ukjent (lastet ned 21. november 2009); Tilgjengelig fra: <http://www.olympiatoppen.no/fagavdelinger/trening/utholdenhet/fagartikler/oltsintensitetsskala/page594.html>.
13. Seiler S, Haugen O, Kuffel E. Autonomic recovery after exercise in trained athletes: Intensity and duration effects. *Med Sci Sports Exerc.* 2007;39:1366-73.
14. Seiler S, Hetlelid KJ. The impact of rest duration on work intensity and RPE during interval training. *Med Sci Sports Exerc.* 2005;37:1601-7.

15. Seiler S, Sjursen JE. Effect of work duration on physiological and rating scale of perceived exertion responses during self-paced interval training. *Scand J Med Sci Sports*. 2004;14:318-25.
16. Seiler S, Tønnessen E. Intervals, thresholds, and long slow distance: the role of intensity and duration in endurance training. *Sportscience*. 2009;13:32-53.
17. Åstrand P-O, Rodahl K. *Textbook of Work Physiology. Physiological Bases of Exercise*. Third ed: McGraw-Hill Book Company; 1986.

Vedlegg

Vedlegg 1

RPE - Borgs skala 6-20 (1998)

6	Ingen belastning overhodet
7	Utrolig lett
8	
9	Veldig lett
10	
11	Lett
12	
13	Noenlunde hardt
14	
15	Hardt (tungt)
16	
17	Veldig hardt
18	
19	Ekstremt tungt
20	Maksimal anstrengelse

Vedlegg 2

sRPE 0-10 (Foster et al. 2001) – Selvopplevd anstrengelse av én treningsøkt

0 – hvile

1 – veldig lett

2 – lett

3 – moderat

4 – litt hardt

5 – hardt

6

7 – veldig hardt

8 – ekstremt hardt

9 – nesten maksimalt

10 – maksimalt

30 min etter ferdig økt angis et tall for hvor tungt/lett økta kjentes subjektivt. Det samme gjøres etter gjennomførte egentreningsøkter (dagbok).

Vedlegg 3

Treningsdagbok – x. uke i masterprosjektet

ID:

Dag	Treningsform	Tid (min.)	sRPE (0-10)	Tr.belastning (=min'sRPE)
Mandag				
Tirsdag				
Onsdag				
Torsdag				
Fredag				
Lørdag				
Søndag				
				<u>SUM UKE:</u>